

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-55312

(43) 公開日 平成8年(1996)2月27日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/39				
G 0 1 R 33/09				
G 1 1 B 5/31	D	8940-5D		
H 0 1 L 43/08	S			
		9307-2G		
			G 0 1 R 33/ 06	R
			審査請求 有	請求項の数9 FD (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-106322

(22) 出願日 平成6年(1994)4月22日

(31) 優先権主張番号 08/076,617

(32) 優先日 1993年6月11日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 ウィリアム チャールズ ケイン

アメリカ合衆国95123カリフォルニア州サンホゼランドーコート5390

(74) 代理人 弁理士 合田 潔 (外3名)

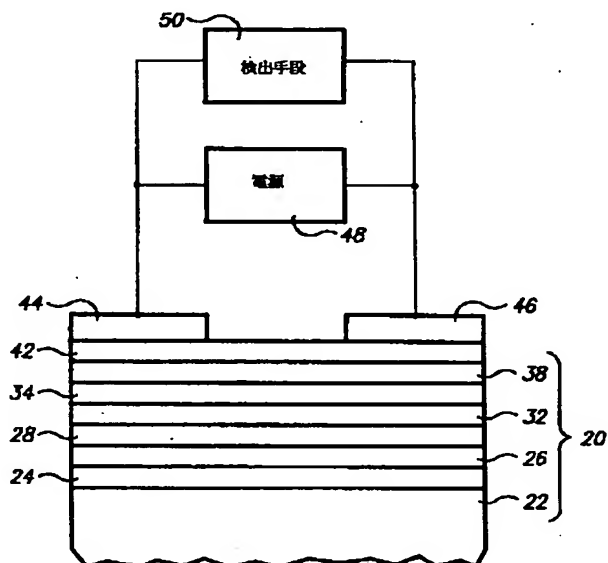
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗センサ装置

(57) 【要約】

【目的】 スピンバルブ構造の磁気抵抗センサ装置を提供する。

【構成】 (1) 層状のスピンバルブ構造を備え、非磁性金属物質の薄層で隔てられた第1及び第2の強磁性体物質の薄層を有し、ゼロ印加磁界で第1層の磁化方向がセンサの長手軸に平行で第2層の固定磁化方向に垂直であり、さらに、スピンバルブ構造から薄いスペーサ層で隔てられ、第2層の磁化方向とは逆の固定磁化方向と、第2層からの静磁界を相殺するため、第2層のものに実質的に等しいモーメントと厚さの積を持つ薄いキーパ層を有する磁気抵抗センサと、(2) 第1及び第2の層の間の強磁性体交換結合を相殺する磁界を生ずるように、磁気抵抗センサを介して電流を流す手段と、(3) 第1及び第2の層の磁界の回転の差による磁気抵抗センサの抵抗の変動を検出する手段、とを有するセンサ装置。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 層状のスピバルブ構造を備えた磁気抵抗センサが、非磁性金属物質の薄層によって隔てられた第1と第2の強磁性体物質の薄層を有し、ゼロ印加磁界において上記第1層の磁化方向が上記磁気抵抗センサの長手軸に実質的に平行で上記第2層の固定磁化方向に実質的に垂直であり、さらに、上記層状のスピバルブ構造から薄いスペーサ層によって隔てられ、上記第2層の磁化方向とは逆の固定磁化方向と上記第2層からの静磁界を相殺するため第2層のものに実質的に等しいモーメントと厚さの積を持つ薄いキーパ層を有する磁気抵抗センサと、

上記第1及び第2の層の間の強磁性体交換結合を相殺する符号と大きさの磁界を生ずるように、上記磁気抵抗センサに電流を流す手段と、

上記第1及び第2の層の磁界の回転の差による上記磁気抵抗センサの抵抗の変動を、検出される磁界の関数として検出する手段と、

を有する磁気抵抗センサ装置。

【請求項2】 基板を持ち、上記キーパ層が、上記第2層の飽和保磁力と実質的に等しく上記第1層の飽和保磁力より実質的に高い飽和保磁力を持ち、基板と第1層の間に配置された請求項1に記載の磁気抵抗センサ装置。

【請求項3】 基板を持ち、上記キーパ層が、上記第1層の飽和保磁力と実質的に等しく上記第2層の飽和保磁力より実質的に低い飽和保磁力を持ち、基板と第1層の間に配置された請求項1に記載の磁気抵抗センサ装置。

【請求項4】 上記第2層が上記第1層と上記キーパ層の間に配置され、上記キーパ層が上記第2層の飽和保磁力と実質的に等しい飽和保磁力を持つ磁性物質でできている請求項1に記載の磁気抵抗センサ装置。

【請求項5】 磁気抵抗センサであって、非磁性体金属の薄層によって隔てられた強磁性体物質の第1及び第2の薄層を有し、ゼロ印加磁界において上記第1層の磁化方向が上記磁気抵抗センサの長手軸と実質的に平行であり上記第2層の固定磁化方向に実質的に垂直である、層状のスピバルブ構造と、非磁性物質の薄いスペーサ層と、

上記層状のスピバルブ構造から上記スペーサ層によって隔てられ、上記第2層の磁化方向とは実質的に逆の固定磁化方向と、上記第2層からの静磁界を相殺するため上記第2層のものに実質的に等しいモーメントと厚さの積を持つ、強磁性体物質でできた薄いキーパ層と、を有する磁気抵抗センサ。

【請求項6】 基板を持ち、上記キーパ層が上記第2層の飽和保磁力と実質的に等しく上記第1層の飽和保磁力より実質的に高い飽和保磁力を持ち、基板と第1層の間に配置された請求項5に記載の磁気抵抗センサ。

【請求項7】 基板を持ち、上記キーパ層が上記第1層の飽和保磁力と実質的に等しく上記第2層の飽和保磁力

2

より実質的に低い飽和保磁力を持ち、基板と第1層の間に配置された請求項5に記載の磁気抵抗センサ。

【請求項8】 上記第2層が上記第1層と上記キーパ層の間に配置され、上記キーパ層が上記第2層の飽和保磁力と実質的に等しい飽和保磁力を持つ磁性物質でできている請求項5に記載の磁気抵抗センサ。

【請求項9】 データの書き込みと読み取りができる少なくとも1つの磁気記憶ディスクと、

層状のスピバルブ構造を備えた磁気抵抗センサが、非磁性金属物質の薄層によって隔てられた第1と第2の強磁性体物質の薄層を有し、ゼロ印加磁界において上記第1層の磁化方向が上記磁気抵抗センサの長手軸に実質的に平行で第2層の固定磁化方向に実質的に垂直であり、さらに、上記層状のスピバルブ構造から薄いスペーサ層によって隔てられ、上記第2層の磁化方向とは逆の固定磁化方向と上記第2層からの静磁界を相殺するため第2層のものに実質的に等しいモーメントと厚さの積を持つ薄いキーパ層を有する磁気抵抗センサを備えた磁気トランスデューサと、

上記磁気トランスデューサに接続され、回転している上記ディスクに対して上記トランスデューサを駆動するアクチュエータ手段と、

上記第1及び第2の層の間の強磁性体交換結合を相殺する符号と大きさの磁界を生ずるように、上記磁気抵抗センサに電流を流す手段と、

上記ディスクから読み取ったデータから、検出される磁界の関数として、上記第1及び第2の層の磁界の回転の差による上記磁気抵抗センサの抵抗の変動を検出する手段と、

を有する磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は高性能磁気ランダムアクセス・ディスク装置、具体的には、スピバルブ構成を備えた磁気抵抗センサ装置を持つディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 米国特許5,159,513にはスピバルブ (spin valve) 効果を利用した磁気抵抗検出器の記載がある。この検出器 (以下センサ) は、ガラスあるいは他の適切な基板上に付着された矩形の多層構造を持っている。この多層構造は軟磁性体物質の「自由な」層 (以下自由層) と、第1の層に硬性の磁性体物質を使用するか、あるいは、交換結合により第1層を固定するために反強磁性体の層を使用することにより、磁化がセンサの横幅方向に平行に「固定している」層 (以下固定層) とからなっている。自由層と固定層は、非磁性金属 (例えば銅) の薄いスペーサ層によって隔てられている。自由層は通常センサの長手方向に磁化されるが、検出中の磁界の大きさで決まる角度で正または負の遷移方向に回転

3

することもできる。

【0003】スピバルブ構造では、抵抗の変化は、2つの磁性層（自由層と固定層）の磁化方向の間の角度の変化に比例する。さらに、一定のバックグラウンド値に対するこの多層構造の抵抗の変化は、センサの高さで平均した $\sin \theta$ に比例する。前述したように、 θ はセンサの長手軸に対しての自由層の磁化の角度である。抵抗の変化が $\sin \theta$ に比例するので、センサによって得られた信号は、小さなフィールド値に対しては適用されたフィールド全体を通して線形である。しかし、適用されたフィールドが正または負の偏位運動をしている間に自由層が磁的に飽和すると、センサ出力は非線形になり、センサが発生するピークからピークの信号が制限される。

【0004】センサにとって理想的な静止した磁性状態は、自由層の高さ全体に対して $\theta = 0$ のときに達成される。理想的静止状態とは、正および負のフィールド励起下において磁気飽和から最も遠い状態である。その状態のときに、より大きな信号出力、および／または、向上した直線性を供する線形ダイナミック・レンジを最大にする理想的バイアス・プロファイルが生成される。しかし、この理想的バイアス・プロファイルは、上述の米国特許あるいは公知の技術のスピバルブ構造では達成できない。理想的なバイアス・プロファイルが得られない主な理由は、固定層と自由層との間の磁束結合、および、スピバルブ構造の各種の層を通して流れる電流によって生じるフィールドのためである。電流の方向を調整し、ギャップにスピバルブ構造を置くことによって、これらの望ましくない効果を相殺する試みが行われているが、結果は均一性を欠くバイアス・プロファイルが得られただけである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従って、スピバルブ構造を備えた磁気抵抗センサ要素を持ち、強磁性交換結合、及び、電流により発生されたフィールドが、磁気抵抗センサ要素全体にわたって一定であり、その結果これらの影響が適切に相殺できる磁気ディスク記憶装置が必要である。

【0006】

【課題を解決するための手段】以下に、非磁性金属物質の薄層で隔てられ、強磁性体物質の第1および第2の薄層を有する層状のスピバルブ構造を備えた磁気抵抗センサを有する磁気抵抗センサ装置を記述する。ゼロ印加磁界（zero applied magnetic field）における第1層の磁化方向は、磁気抵抗センサの長手方向に実質的に平行で、第2層の固定された磁化方向に実質的に垂直である。

【0007】強磁性体の薄いキーパ層（keeper layer）は、層状のスピバルブ構造から薄いスペーサ層によって隔てられている。このキーパ層は第2層の磁化方向と実質的に逆の固定磁化方向を持っていて、第2層からの

4

静磁界を相殺するため、第2層のものに実質的に等しいモーメントと厚さの積（moment-thickness product）を持っている。磁気抵抗センサを介して電流が発生し、第1層と第2層の間の強磁性体交換結合を相殺する符号（sign）と大きさの磁界ができる。第1層と第2層の磁化の回転の差による磁気抵抗センサの抵抗の変動が、磁界の関数として検出される。

【0008】第1層がキーパ層と第2層の間にある場合には、キーパ層は硬性あるいは軟性の強磁性体のどちらでもよい。第2層がキーパ層と第1層の間にある場合には、キーパ層は硬性の強磁性体でなければならない。

【0009】図1は、前述の従来技術のスピバルブ構造を持つ磁気読み取りヘッドによって発生された磁気プロファイルを示したもので、エア・ベアリング表面から始まるセンサの高さに対する $\sin \theta$ の値をプロットしたものである。磁化プロファイルAとBは、それぞれ、ディスク上の磁化遷移の検出中の正および負の励起の間に発生した磁化プロファイルを示す。中央の線Cは静止したバイアス状態を示し、最適な磁気プロファイルを示す。励起のそれぞれの極性のある特定のポイント、即ち $\sin \theta = \pm 1$ のところで、自由層は飽和し始める。

【0010】図2は、図1のスピバルブ・センサの転送曲線を示したもので、検出中の磁界に対しての $\sin \theta$ の変化の平均をプロットしたものである。この構成は、飽和が始まる前に、ピークからピークの変動の $\sin \theta$ が0.77で最大になる。曲線は飽和が始まると急に非線形になり、ピークからピークの信号が制限されたものになる。

【0011】

【実施例】図3に本発明による、スピンドル12に支持され、ディスクドライブ・モータ13によって回転する磁気ディスク11を有する磁気ディスク記憶装置10を示す。磁気誘導書き込みおよび磁気抵抗読み取りの複合ヘッド14が、アクチュエータ手段によってディスク面に対して動くようにとりつけられ、ディスク上のトラックの磁気データを読み書きする。アクチュエータ手段は、アクチュエータ・アーム16、ボイスコイル・モータ15、サスペンション17、およびスライダ18を介して、ヘッド14をディスク上を放射状に動かす。

【0012】複合ヘッド14は、図4に示すように矩形的磁気抵抗センサ要素20を持っている。磁気抵抗センサ要素20は、ガラス、セラミック、あるいは、適切な半導体物質の基板22の上に、硬性の（例えばCoCr）あるいは軟性の（例えばNiFe）強磁性体の磁束キーパ層（flux keeper layer）24、非磁性物質（例えばTa）のスペーサ層26、および、軟性の強磁性体（例えばNiFe）の自由層28を付着させたものである。自由層28の磁化容易方向はセンサ要素の長辺に沿い、即ち、矢印30の方向である。しかし、層28の磁化方向は、検出中の磁界の大きさによる角度により、その磁化容易方向

5

から正または負の遷移方向に回転し得る。

【0013】非磁性金属物質（例えば銅）のスペーサ層32によって、自由層28と固定層34とが隔てられている。層34の磁化方向は、例えば反強磁性体の層38との交換結合によって、センサ要素20の高さの寸法（即ち短い寸法）の方向に平行に固定されている（矢印36）。この場合、キープ層24の飽和保磁力は、固定層34の飽和保磁力と実質的に等しく、また、自由層28のそれより実質的に高くすべきである。しかし、層34が十分に硬性の磁性物質であるか、あるいは、状態切り換え動作中に磁化を保持できるだけの十分に高い異方性があるならば、層38をなくしてもよい。この場合、キープ層24の飽和保磁力は、自由層28の飽和保磁力と実質的に等しく、固定層34のそれより実質的に低くなければならない。

【0014】上述したセンサ要素20は、キープ層24とスペーサ層26をスピナル構造に追加した点以外では、先述の米国特許のセンサ要素と基本的に同じものである。

【0015】本発明では、磁気キープ層24は、固定層34の磁化方向とは逆の磁化方向を持ち、そのモーメントと厚さの積は、固定層34のそれと実質的に等しいものが選択される。層24は飽和した固定層34に対し磁気を保つキープ層の役目をし、固定層からの静磁界を相殺する。

【0016】自由層28と固定層34の間の強磁性交換結合は、自由層の上で、固定層の磁化と同じ方向の有効フィールドとしてはたらく。

【0017】電源48（図5）からの電流の符号は、自由層28にフィールドを生成するように選択され、この交換フィールドが相殺される。従って、図示したように、電流は、自由層28の上にはたらくフィールドが、有効強磁性交換フィールドの方向の逆になるように、矢印40の方向でなくてはならない。電流からのフィールドの大きさは、電流の大きさと、読み返し信号の解像度を減らす漂遊磁束の効果を最小にする通常の磁気シールド（図示せず）の間のギャップに置かれたセンサ要素20の場所／配置に依存する。有効交換フィールドを相殺する所望の度合いを発生させるために、電流の大きさとセンサ要素の配置位置とを適切に組み合わせて調整することができる。

【0018】固定層34からの静磁界がキープ層24により相殺され、強磁性交換および検出電流フィールドも相殺されているので、自由層28には、その上にはたらく有効バイアスフィールドが存在しない。従って、自由層28は、均一でバイアスのない（即ち実質的に角度ゼロのバイアス）状態を達成する。その結果、センサ要素20は、磁気飽和する前に、磁気ディスク11からのより大きな励起によって駆動され、これにより、従来技術の磁気抵抗センサで可能であったよりも大きなピークか

6

らピークの信号を供することができる。

【0019】図4で示したセンサ要素20では、キープ層24は基板22に隣接しており、前述したように、キープ層24は軟性の強磁性体あるいは硬性の強磁性体のどちらでもよい。矢印40の方向の電流からの磁界により、固定層34との磁束閉構成（flux closed configuration）において、軟磁性体のキープ層が飽和される。しかし、一方、キープ層が硬性の磁性体であれば、図4の矢印41に示すように、キープ層は、固定層の磁化方向と逆の磁化方向を持たなければならない。磁性体が軟性か硬性かは、磁性体の磁化方向を変えやすいか否かという相対的な違いであり、基本的には、物質の異方性フィールド（Hk）、飽和保磁力（Hc）、および、より少ない度合いであるが、残留磁気（Mr）に関連する。硬性の磁性体は基本的には永久磁石で、高い飽和保磁力を持ち、異方性フィールドも比較的高い。これに対し、軟性の磁性体は飽和保磁力が低く異方性フィールドも低い。ある物質の残留磁気量は所望の用途でのその物質の目的によって定めることができる。硬性の磁性体はある程度の残留磁気量を持つことができるが、軟性の磁性体は残留磁気を持つことができないか、持ててもごく僅かである。

【0020】図5に示すように、高抵抗性物質（例えばTa）のキャップ層42が、磁気抵抗センサ要素20の反強磁性体層38の上に付着される。次に、電気的引き出し部44と46がキャップ層42の上に作られ、磁気抵抗センサ要素20、電源48、および、検出手段50の間の回路が形成される。

【0021】電源48から磁気抵抗センサ要素20を介して電流が流れ、自由層28と固定層34の間の強磁性交換結合を相殺する大きさと強さの磁界が発生する。検出手段50は、検出される磁界の関数として、自由層28および固定層34それぞれの磁化の回転の差による磁気抵抗センサ要素20の抵抗の変動を検出する。

【0022】図6に、本発明の別の具体化のセンサ要素20'を示す。ここでは、キープ層24とスペーサ層26が基板22から離れて（隣接ではなく）位置している。この場合、矢印40の方向の電流が、固定層34の磁化方向と同じ方向のフィールドをキープ層24の中に発生させるので、キープ層24は固定層34の飽和保磁力と実質的に同じ飽和保磁力を持つ硬性の磁性体物質（例えばCoCr）であるか、あるいは、高い異方性を持つ物質であるか、あるいは、このフィールドに対抗する反対方向の磁化を保持するように適切に固定されなければならない。この具体化では、キャップ層42は、キープ層24および引き出し部44と46の間に置かれる。

【0023】図7は、上述の両具体化での、スピナル構造を持つ磁気抵抗センサ要素の転送曲線を示す。この曲線は、検出している磁界に対する $\sin\theta$ の平均をプロットしたもので、ピークからピークの信号変化の最大

7

値が0.77（図2に示した従来技術）から1.02に向上したことを示している。シールドされたスピバルブを備えたディスクのエア・ベアリング表面で、平均 $\sin \theta = 1$ が、達成できる最良のものであることが実証された。上記では、説明を簡単にするために、1つのディスクを備えた磁気ディスク記憶装置での具体化を示したが、複数のディスクを備えた装置でも具体化できるものである。

【0024】

【発明の効果】本発明は、スピバルブ構造にキーパ層とスペーサ層を追加し、これにより、センサ要素が磁気ディスクからのより大きな励起によって駆動され、従来技術で可能であったよりも、より大きなピークからピークの信号変化を供する磁気抵抗センサ装置、およびそれを使用した高性能磁気ディスク装置を提供するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術のスピバルブ構造の磁化プロファイルの曲線。

【図2】図1のスピバルブ・センサの転送曲線。

【図3】本発明を具体化した磁気ディスク記憶装置。

【図4】本発明具体化の磁気抵抗センサの1つの構成を示す透視図。

【図5】図4のセンサを持った磁気抵抗センサ装置。

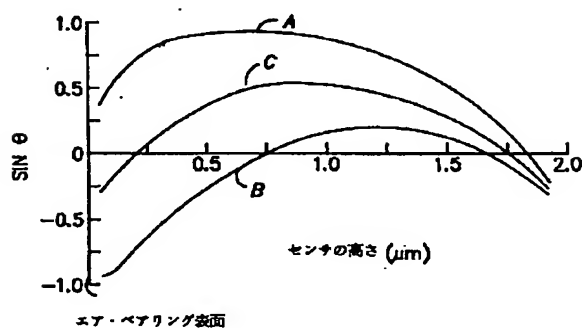
【図6】本発明具体化の、もう1つの磁気抵抗センサ構成を示す透視図。

【図7】本発明によって構成されたスピバルブ・センサで得られる転送曲線。

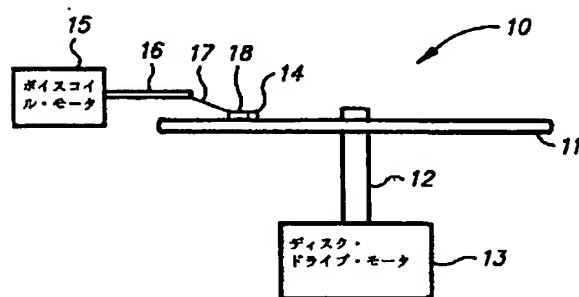
【符号の説明】

10	磁気ディスク記憶装置
11	磁気ディスク
12	スピンドル
13	ディスク駆動モータ
14	読み取り／書き取り複合ヘッド
15	ボイスコイル・モータ
16	アクチュエータ・アーム
17	サスペンション
18	スライダ
20	磁気抵抗センサ要素
22	基板
24	磁束キーパ層
26、32	スペーサ層
28	自由層
34	固定層
38	反強磁性体層
30、36、40、41	磁化方向
42	キャップ層
44、46	引き出し部
48	電源
50	検出手段

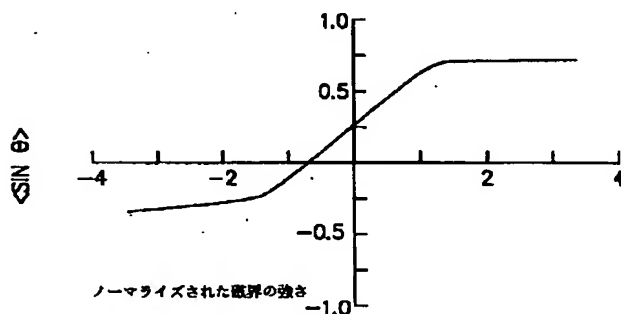
【図1】



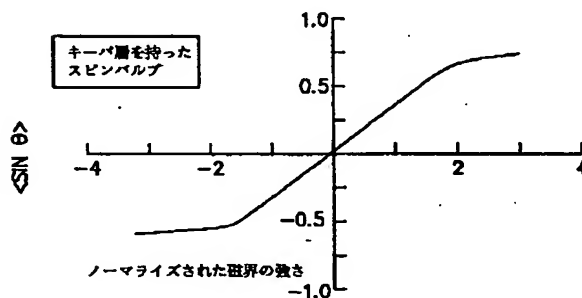
【図3】



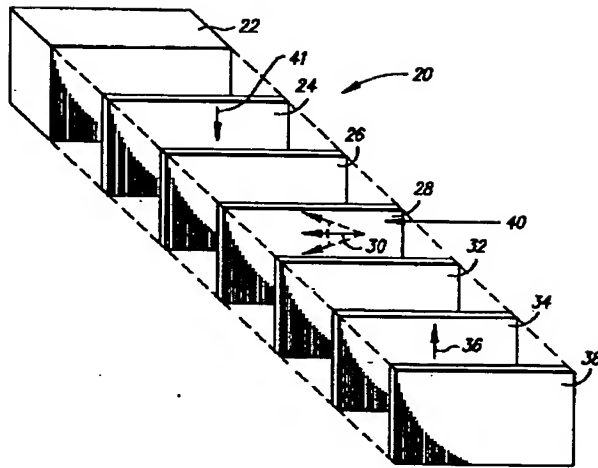
【図2】



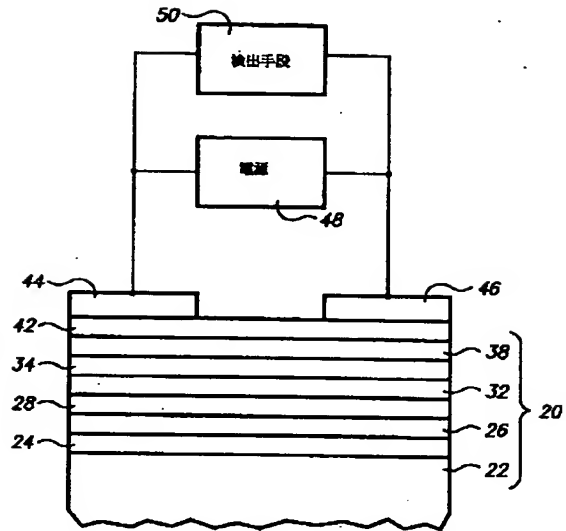
【図7】



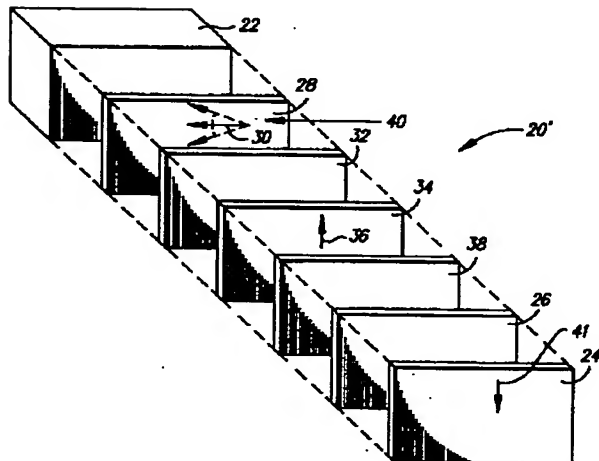
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72) 発明者 デイビッド ユージーン ヘイム
 アメリカ合衆国 94062 カリフォルニア 40
 州 レッドウッドシティー グランドスト
 リート 502

(72) 発明者 ポー・カン ワン
 アメリカ合衆国 95120 カリフォルニア
 州 サンホゼ シャドウブルックドライブ
 1007